



(51) 国際特許分類6

H01L 21/027, G03F 7/20

A1

(11) 国際公開番号

WO99/65066

(43) 国際公開日

1999年12月16日(16.12.99)

(21) 国際出願番号

PCT/JP99/02941

(22) 国際出願日

1999年6月2日(02.06.99)

(30) 優先権データ

特願平10/161896

1998年6月10日(10.06.98)

JP

(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)

株式会社 ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP]

〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号

富士ビル Tokyo, (JP)

(72) 発明者 ; および

(75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ)

白石直正(SHIRAISHI, Naomasa)[JP/JP]

〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル

株式会社 ニコン 知的財産部内 Tokyo, (JP)

(74) 代理人

大森 聡(OMORI, Satoshi)

〒214-0014 神奈川県川崎市多摩区登戸2075番2-501

大森特許事務所 Kanagawa, (JP)

(81) 指定国 AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM)

添付公開書類

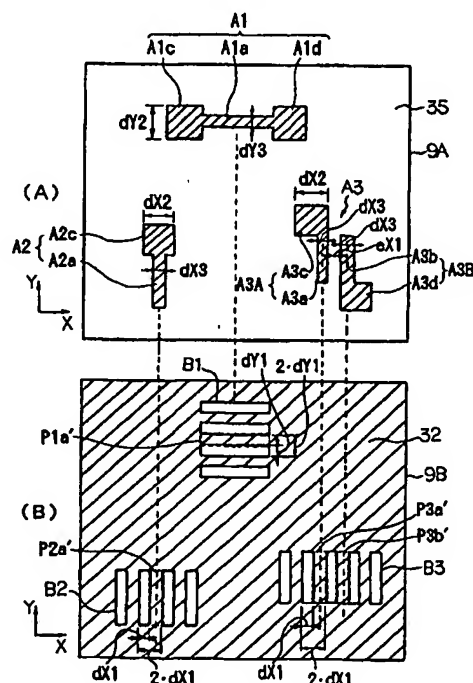
国際調査報告書

(54)Title: TRANSFER METHOD AND ALIGNER

(54)発明の名称 転写方法及び露光装置

## (57) Abstract

A transfer method for exposing with high accuracy an image of a circuit pattern consisting of a gate-pattern-like linear pattern and a wide pattern at the end of the linear pattern, wherein a first reticle pattern, in which light shielding patterns (A1 to A3) having substantially the same shape as an original pattern are formed in a transmission unit (35), and a second reticle pattern, in which transmission patterns (B1 to B3) are formed periodically in a light shielding unit (32) so as to sandwich portions corresponding to patterns (A1a, A2a, A3a, A3b) which are as wide as the resolution limit of a projection optical system in light shielding patterns (A1 to A3), are formed from the original pattern of the circuit pattern to be transferred. After an image of the first reticle pattern is exposed onto a wafer via the projection optical system by using an illuminating light from a circular aperture stop, an image of the second reticle pattern is superpositively exposed onto the wafer under a deformed illumination.



(57)要約

ゲートパターンのように線状パターンとこの端部の幅の広いパターンとからなるような回路パターンの像を高精度に露光する転写方法である。転写すべき回路パターンの原版パターンより、透過部（35）中にその原版パターンと実質的に同じ形状の遮光パターン（A1～A3）が形成された第1のレチクルパターンと、遮光部（32）中にその遮光パターン（A1～A3）中で投影光学系の解像限界程度の幅を有するパターン（A1a, A2a, A3a, A3b）に対応する部分を挟むように周期的に透過パターン（B1～B3）が形成された第2のレチクルパターンとを作成する。円形の開口絞りからの照明光を用いて、第1のレチクルパターンの像を投影光学系を介してウエハ上に露光した後、変形照明のもとで第2のレチクルパターンの像を重ねてそのウエハ上に露光する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SK	スロヴァキア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MA	モロッコ	TD	チャード
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BJ	ベナン	GN	ギニア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサウ	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	HR	クロアチア		共和国	TR	トルコ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CH	スイス	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MW	マラウイ	US	米国
CM	カメルーン	IN	インド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノールウェー	ZA	南アフリカ共和国
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

## 明 細 書

## 転写方法及び露光装置

## 5 技術分野

本発明は、例えば半導体集積回路、撮像素子（ＣＣＤ等）、又は液晶表示素子等の電子デバイスの微細パターンを形成するためのリソグラフィ工程で、マスクパターンの像をウエハ等の基板上に転写する際に使用される転写方法、及び露光装置に関する。

10

## 背景技術

従来より半導体集積回路等の微細パターンは、投影露光装置（ステッパー等）を用いて、マスクとしてのレチクル上に描画された原版パターンの像を感光膜としてのフォトレジストが塗布されたウエハ等の基板上に投影露光した後、現像によってポジレジストであれば感光部分の膜を除去してから、所定の加工工程を経ることによって形成されている。その半導体集積回路等のパターンの微細化、即ち集積度向上のためには、投影露光装置に備えられている投影光学系の解像度の向上が必要である。

15

20

25

投影光学系の解像度は、照明光（露光光）の波長を $\lambda$ 、開口数を $NA$ として、一般に $\lambda/NA$ に比例する。現在主流となっている露光波長 $\lambda$ は、 $KrF$ エキシマレーザ光の $248\text{ nm}$ であるが、今後は $ArF$ エキシマレーザ光（波長 $193\text{ nm}$ ）の使用も検討されている。ただし、これ以上短波長化すると、投影光学系を構成するレンズとして使用できる適当な硝材が無いことから、屈折系を用いて投影光学系を構成するのは困難となる。一方、現在の投影光学系の開口数 $NA$ は、 $0.7$ 程度に大きくなっているため、開口数 $NA$ の更なる向上は望めなくなっている。

また、実際の微細パターンの転写に際しては焦点深度（DOF）も重要であるが、焦点深度は、露光波長 $\lambda$ の短波長化及び開口数NAの向上の何れによっても減少してしまう。焦点深度は、転写するパターンの種類によっても異なるが、パターンが比較的近接して並ぶ密集パターン

5      （周期パターン）の場合には、日本国特開平4-101148号公報、及び対応する米国特許第5638211号、日本国特開平5-206007号公報及び対応する米国特許第5719704号に開示されているように、照明光学系中のレチクルパターンに対する光学的なフーリエ変換面において、照明光の光量分布の形状を制御する、即ち照明光のレチ  
10      クルへの入射角を制御する変形照明を行うことによって、その解像度及び焦点深度を大幅に向上させることができる。

これに対して、孤立線と呼ばれ、他のパターンに対して比較的孤立的に配置される微小線幅の線状パターン（細線パターン）は、特に焦点深度の得にくいパターンである。そして、半導体集積回路及び液晶表示素  
15      子等の電子デバイスにおいては、そのデバイスの性能を決定するゲートパターンと呼ばれるパターンが、孤立線を含んでいる。

孤立線に対して、解像度及び焦点深度を向上させる技術としては、例えば日本国特開平4-268714号公報及び対応する米国特許第5357311号に開示されているように、孤立線の両端に補助パターンを  
20      付加し、更に変形照明（輪帯照明を含む）を併用する方法（以下「補助パターン法」と呼ぶ）がある。この方法により孤立線の結像特性を或る程度改善することはできる。更には、日本国特開平4-273427号公報に開示されている如く、孤立線を、孤立線と周期パターンとの合成露光（多重露光）によって形成する方法（以下「合成露光法」と呼ぶ）  
25      も提案されている。この方法においても、周期パターンの露光に際しては変形照明を使用することで解像度及び焦点深度を向上させており、総

合的に、孤立線の像の解像度や焦点深度が大幅に向上している。

上記の如く従来より、ゲートパターン等に含まれる孤立線の像の解像度や焦点深度を向上させるための方法が提案されている。しかしながら、前者の補助パターン法では、孤立線の像の解像度、及び焦点深度の向上が十分ではない場合があった。また、後者の合成露光法は、従来要求されている結像特性に対してはほぼ対応できていたが、今後一層微細化する回路パターンの露光を高精度に行う上では、次のような問題点がある。

その一つは、実際のゲートパターンは単なる孤立線ではなく、孤立線のどちらかの端部又は両方の端部に、配線パターンとの接続のための幅の広い重ね合わせ用パターンを有しているため、特に今後一層微細化するゲートパターンを孤立線と周期パターンとに分解することが容易でないことである。

もう一つの問題点として、合成される２種類のパターンの一方の周期パターンの露光に際しては、解像度及び焦点深度の一層の向上のために変形照明を使用しているが、その際に上記の照明光学系中の光学的フーリエ変換面における照明光束を、できるだけ光軸から離れた小さな領域に制限する必要があることが挙げられる。このようにその照明光学系中のフーリエ変換面で、照明光束が小さく絞られていると、それに応じて投影光学系中の光束の広がりも小さくなり、その結果、投影光学系が露光光束により局所的に加熱されて、局所的な熱膨張や屈折率変化が生じ、投影光学系の結像特性が次第に微妙に劣化してしまう。

本発明は斯かる点に鑑み、ゲートパターンのように線状パターンとこの端部の幅の広いパターンとからなるような回路パターンの像を高精度にウエハ等の基板上に転写できる転写方法を提供することを第１の目的とする。

更に本発明は、孤立線のようなパターンの像を高精度に基板上に転写

できる転写方法を提供することを第2の目的とする。

更に本発明は、照明条件の一部に変形照明を用いるような場合に、投影光学系の結像特性の劣化を抑制することができる転写方法を提供することを第3の目的とする。

- 5      更に本発明は、そのような転写方法を使用できる露光装置、この露光装置の効率的な製造方法、及びそのような転写方法を使用して高精度にデバイスを製造できるデバイスの製造方法を提供することをも目的とする。

#### 10      発明の開示

- 本発明による第1の転写方法は、所定の線状パターン（P 1 a）を含む所定形状のパターン（P 1）の像をその投影光学系を介して基板（16）上に転写する転写方法であって、その所定形状のパターンに対応する部分（A 1）が減光部とされ、その他の部分（3 5）が透過部とされた第1のマスクパターン（9 A）と、その線状パターンに対応する部分（P 1 a'）に接するように、それぞれその線状パターンと実質的に同程度の線幅を有する複数個の透過パターン（B 1）がその線状パターンの幅方向に周期的に配列され、かつ、少なくともその線状パターンに対応する部分の近傍のその透過パターン以外の領域が減光部（3 2）とされた第2のマスクパターン（9 B）とを用い、それら2つのマスクパターンの像をその投影光学系を介してその基板上に順次互いに位置合わせして転写すると共に、その第2のマスクパターンの像を露光する際の照明条件を、照明光学系の露光対象のパターンに対する光学的フーリエ変換面（5）での強度分布が、光軸近傍よりもこの外側の領域で強い変形照明とするものである。
- 25

斯かる本発明において、変形照明を用いることによって、それ以外の

照明のもとでの解像限界よりも微細な周期パターンの像を深い焦点深度で高精度に投影できるため、その所定形状のパターンを第1及び第2のマスクパターンに分割するに際して、第2のマスクパターンにはその線状パターンの近傍に相当する位置にのみ周期的に配置される透過パターン（B1）を形成し、その他の部分は減光部とした。

その結果、第1のマスクパターンの形状は、転写すべき所定形状のパターンと実質的に同一で良く、新たに作成するパターンデータは殆ど無い。一方、第2のマスクパターンは、線状パターンの周囲にのみ配置すれば良く、全体としてパターンデータの作成量は僅かで済む。更に、その所定形状のパターンがゲートパターンである場合、その第2のマスクパターンには、線状パターンの端部の重ね合わせ用パターンのような幅の広いパターンは形成する必要がなく、実質的に容易にゲートパターンが孤立線と周期パターンとに分解されたことになる。

また、第2のマスクパターンに含まれる透過パターンは、線状パターンの周囲の微少な周期パターン部のみであり、パターン全体の透過率（透過パターンの占める割合）は低くなるため、第2のマスクパターンを使用して変形照明を行う際に、投影光学系中を透過する光量は少なくなる。このため、変形照明によって投影光学系中で局所的に結像光束が集中しても、光学系が局所的に加熱されて変形する恐れはなくなり、高解像度の変形照明を安定して使用することが可能になる。

また、その第2のマスクパターンを転写するときの露光量を、その第1のマスクパターンを転写するときの露光量よりも大きく設定することが望ましい。

次に、本発明による第2の転写方法は、投影光学系を介して孤立的な線状パターンの像を基板上に転写する転写方法において、その線状パターンを減光部とした孤立的な第1パターン（A1）と、複数の透過パタ

ーンからなる周期的な第2パターン（B1）とをそれぞれ照明光で照明し、その基板上でその第1パターンの減光部と、その複数の透過パターンに挟まれる1つの減光部とが重なるように、その第1及び第2パターンを用いてその基板を多重露光するものである。

- 5       この発明によれば、周期的な第2パターンの転写によってその孤立的な線状パターンの最終的な線幅が正確に規定され、不要な周期的パターンは第1パターンの転写によって覆われるため、孤立的な線状パターンを高精度に転写できる。

10       また、その第1パターンを転写するときの露光量とその第2パターンを転写するときの露光量とを異ならせることが望ましい。

      また、その第1パターンの線幅は前記線状パターンの線幅のほぼ1倍～2倍であり、その第2パターンの線幅は前記線状パターンの線幅と同程度であることが望ましい。

- 15       次に、本発明による第3の転写方法は、投影光学系を介して孤立的な線状パターンの像を基板上に転写する転写方法において、その線状パターンと実質的に同一形状の第1パターン（A1）と、その線状パターンと実質的に同一線幅の直線部を含む周期的な第2パターン（B1）とをそれぞれ照明光で照射し、その基板上でその第1パターンとその第2パターンの直線部とが重なるように、その第1及び第2パターンを用いて  
20       その基板を多重露光するものである。斯かる本発明の第3の転写方法によれば、本発明の第2の転写方法と同様に、孤立的な線状パターンを高精度に転写できる。

- また、その第1パターンを転写するときその基板の露光条件と、その第2パターンを転写するときのその基板の露光条件とを異ならせること  
25       が望ましい。

      また、その露光条件は、その第1及び第2パターンにそれぞれその照



明光を照射する照明光学系内の、そのパターンに対する光学的なフーリエ変換面上でのその照明光の強度分布を含み、その第2パターンを用いてその基板を露光するとき、その照明光学系の光学軸を含む領域よりもその外側でその照明光の強度分布を高めることが望ましい。

5       また、その露光条件は、その基板の露光量を含むことが望ましい。

      また、その第2パターンは、その照明光の位相をほぼ $180^\circ$ シフトさせる透過部を含み、その透過部は、その照明光を減光する半透明部であることが望ましい。

      また、その線状パターンは少なくとも一端での線幅が中心部よりも太  
10       くなっていることが望ましい。そして、その線状パターンは、一例としてゲート電極パターンである。

      上記の各発明において、その線状パターンの線幅は、一例として投影光学系の実質的に解像限界程度の線幅である。このような線状パターン  
      とは、一例としてマスクパターンに対する光学的フーリエ変換面におい  
15       て光軸を中心としたほぼ円形の領域を通過する照明光を用いる照明条件（通常照明）で照明したときに、その理想的な投影像の幅がその投影光学系の理論的な解像限界の $1/2 \sim 5$ 倍程度であるパターンを言う。

      次に、本発明による露光装置は、所定のマスクを照明する照明光学系（1～4，6A，6B，7）と、そのマスクのパターンの像を基板上に  
20       転写する投影光学系（14）と、を有する露光装置において、その照明光学系の照明条件を、露光対象のパターンの光学的フーリエ変換面（5）での強度分布が、光軸近傍よりもこの外側の領域で強い変形照明と、それ以外の照明との何れかに切り換える照明条件制御系（23，42，43）と、そのマスクのパターンとして複数のマスクパターン（9A，9  
25       B）の内の何れかを選択するパターン選択装置（11～13）と、このパターン選択装置で順次選択される複数のマスクパターンの相互の位置

合わせを行うアライメント系（８Ａ，８Ｂ，２５）と、そのパターン選択装置によって選択されたパターンに応じて、その照明条件制御系を介してその照明条件を切り換えて多重露光を行う露光制御系（２７）と、を有するものである。この露光装置によって、本発明の第１及び第２の  
5 転写方法が実施できる。

次に、本発明による露光装置の製造方法は、所定のマスクを照明する照明光学系（１～４，６Ａ，６Ｂ，７）と、そのマスクのパターンの像を基板上に転写する投影光学系（１４）と、その照明光学系の照明条件を、露光対象のパターンの光学的フーリエ変換面（５）での強度分布が、  
10 光軸近傍よりもこの外側の領域で強い変形照明と、それ以外の照明との何れかに切り換える照明条件制御系（２３，４２，４３）と、そのマスクのパターンとして複数のマスクパターン（９Ａ，９Ｂ）の内の何れかを選択するパターン選択装置（１１～１３）と、このパターン選択装置で順次選択される複数のマスクパターンの相互の位置合わせを行うア  
15 ライメント系（８Ａ，８Ｂ，２５）と、そのパターン選択装置によって選択されたパターンに応じて、その照明条件制御系を介してその照明条件を切り換えて多重露光を行う露光制御系（２７）と、を所定の位置関係で組み上げるものである。

また、本発明によるデバイスの製造方法は、或るレイヤにおいて、使  
20 用される露光装置の投影光学系（１４）の投影像の実質的に解像限界程度の線幅を有するパターンを含む所定形状の回路パターンが形成されるデバイスの製造方法であって、本発明による露光方法を用いてその露光装置でそのレイヤへの露光を行うものである。これによって、その投影光学系の解像限界程度の線幅のパターンを高精度に形成できる。また、  
25 例えばその線状パターンは、電界効果型トランジスタのゲート電極パターンである。

### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施の形態の一例で使用する投影露光装置を示す構成図である。図 2 は、その実施の形態で形成されるデバイスの或るレイヤの回路パターンの一例を部分的に拡大して示す図である。図 3 は、図 2 の回路パターンの像を投影するために使用される 2 枚のレチクルの

5      パターン構成を示す図である。図 4 (A) は、本発明の実施の形態の他の例で使用する第 2 のレチクルのパターンを示す図、図 4 (B) は、その実施の形態で使用する第 3 のレチクルを示す図である。図 5 (A)

10    は、図 1 のフライアイレンズ 4 1 の射出面に  $\sigma$  絞り 4 4 を配置した状態を示す図 5 (B) の A A 線に沿う断面図、図 5 (B) は、変形照明用の  $\sigma$  絞り 4 4 を示す図、図 5 (C) は、円形開口を持つ  $\sigma$  絞り 4 5 を示す図、図 5 (D) 及び図 5 (E) はそれぞれ変形照明用の  $\sigma$  絞り 4 6 及び 4 7 を示す図である。図 6 は、周期的な透過パターンのみを透過部で構成し、その間のみを減光型位相シフト部で構成し、それ以外の部分を遮

15    光部で構成したレチクルを示す図である。図 7 は、本発明の実施の形態の一例の露光動作を示すフローチャートである。

### 発明を実施するための最良の形態

20      以下、本発明の好適な実施の形態の一例につき図面を参照して説明する。

図 1 は、本例で使用する投影露光装置を示し、この図 1 において、露光光源 1 を発した露光光としての照明光 I L 0 は、リレー光学系 2 によってビーム形状を整えられた後、照明光 I L 1 としてミラー 3 に反射

25    されて照度分布整形光学系 4 に入射する。露光光源 1 としては、本例では A r F エキシマレーザ光源 (波長 1 9 3 n m) が使用されているが、

それ以外にKrFエキシマレーザ（波長248nm）、F<sub>2</sub>レーザ（波長157nm）、Ar<sub>2</sub>レーザ（波長126nm）、又はYAGレーザの高調波発生装置等も使用できる。

5 本例の照度分布整形光学系4は、オプティカル・インテグレータ（ホモジナイザー）としてのフライアイレンズ41と、この射出面5に回転自在に配置されると共に、回転軸を中心として複数の開口絞り（以下「 $\sigma$ 絞り」と呼ぶ）が配置された回転板42と、この回転板42を回転させる駆動モータ43と、を備えている。フライアイレンズ41の射出面5は、露光対象のマスクとしてのレチクルのパターン面に対して光学  
10 的なフーリエ変換の関係にあり、回転板42を回転して所望の $\sigma$ 絞りの中心が照明光学系の光軸AX1に合致するように、その $\sigma$ 絞りを射出面5に設置することによって、所望の照明条件を設定できる。

回転板42には、図5（A）～（E）に示すようにそれぞれ射出面5に設置した状態で、遮光板中に光軸AX1を中心として等角度間隔で形成された4個の円形開口44a～44dを有する $\sigma$ 絞り44、光軸AX1を中心とした円形の開口45aを有する $\sigma$ 絞り45、光軸AX1を所定方向に挟むように形成された2つの小さい円形の開口46a、46bを有する $\sigma$ 絞り46、及びその $\sigma$ 絞り46を90°回転した形状の開口47a、47bを有する $\sigma$ 絞り47が配置されている。図5（A）は図  
20 5（B）のAA線に沿う断面図である。これらの $\sigma$ 絞り44～47の各開口の位置によって、露光対象のレチクルパターンの光学的なフーリエ変換面を通過する際の照明光の強度分布、即ち照明条件が規定されて、レチクルパターンに入射する照明光の入射角、及び方向の分布が規定される。 $\sigma$ 絞り44、46、47はそれぞれ、その光学的なフーリエ変換面において、照明光が光軸AX1を含まない領域を通過する照明条件である変形照明を行うための $\sigma$ 絞りである。  
25

図1に戻り、装置全体の動作を統轄制御する主制御系27には、露光対象のレチクルパターンの周期方向や微細度に応じて、 $\sigma$  絞り44～47中の最適な $\sigma$  絞りの情報がテーブルとして記憶されている。そこで、露光前に主制御系27は、露光対象のレチクルパターンに最適な $\sigma$  絞りの情報を露光制御系23に供給し、露光制御系23は、駆動モータ43を介して最適な $\sigma$  絞りをフライアイレンズ41の射出面5に設定する。また、露光制御系23は、露光光源1の発光状態の制御も行う。なお、種々のレチクルパターンに対して最適な $\sigma$  絞りの形状については、例えば日本国特開平4-101148号公報、米国特許第5638211号、及び米国特許第5335044号に詳細に述べられており、本国際出願で指定した指定国、又は選択した選択国の国内法令の許す限りにおいて、上記公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

照度分布整形光学系4から射出された照明光IL2は、コンデンサレンズ系6A、ミラー7、及びコンデンサレンズ6Bを経て、図1の状態ではマスクとしての第1のレチクル9Aのパターン面の照明領域を照明する。その照明光IL2のもとで、レチクル9Aのパターンの像が投影光学系14を介して投影倍率 $\beta$  ( $\beta$ は例えば $1/4$ ,  $1/5$ 等)で、基板としてのフォトリソが塗布されたウエハ (wafer) 16の表面に投影露光される。なお、コンデンサレンズ系6Aには、実際には照明領域を規定する視野絞り (レチクルブラインド) 等も含まれている。また、フライアイレンズ41の射出面5は、コンデンサレンズ系6A、ミラー7及びコンデンサレンズ6Bよりなる光学系に関して、露光対象のレチクルのパターン面の光学的なフーリエ変換面となっている。また、投影光学系14内のレチクル9Aのパターン面に対する光学的なフーリエ変換面 (瞳面) には、開口絞り15が配置されている。

レチクル9Aは、レチクルステージ11上のレチクルホルダ10A、

1 0 B 上に吸着保持されている。後述のように本例では、ウエハ 1 6 への所定のパターン像の露光を、複数のレチクルパターンの合成露光（多重露光）により行う。そこで、レチクルステージ 1 1 上のレチクル 9 A に近接した領域に、レチクルホルダ 1 0 B, 1 0 C を介して第 2 のレチクル 9 B が吸着保持され、これらのレチクルを交換しつつ露光を行うことが可能となっている。以下、投影光学系 1 4 の光軸 A X 2 に垂直な平面内で、図 1 の紙面に平行に X 軸を、図 1 の紙面に垂直に Y 軸を取って説明する。

まず、レチクルステージ 1 1 上にレチクル 9 A, 9 B は X 方向に近接して載置されている。そして、レチクルステージ 1 1 は、レチクルベース 1 2 上に、X 方向に長いストロークで移動できると共に、X 方向、Y 方向、回転方向に所定範囲で位置決め自在に載置されている。レチクルステージ 1 1 の 2 次元的な位置は、移動鏡 1 3 m 及びこれに対向して配置されたレーザ干渉計 1 3 によって計測され、この計測値、及び主制御系 2 7 からの制御情報に基づいてレチクルステージ駆動系 2 1 がレチクルステージ 1 1 の動作を制御する。

また、コンデンサレンズ 6 B の周辺部の下方に 1 対のレチクルアライメント顕微鏡（以下「R A 顕微鏡」という）8 A, 8 B が設置され、R A 顕微鏡 8 A, 8 B の撮像信号がアライメント信号処理系 2 6 に供給されている。レチクルアライメント時に、R A 顕微鏡 8 A, 8 B はそれぞれレチクル 9 A（又はレチクル 9 B）のアライメントマーク、及びこれに対応するウエハステージ側の基準マークの像を撮像し、アライメント信号処理系 2 6 ではそれら 2 対のマークの位置ずれ量を算出して主制御系 2 7 に供給する。主制御系 2 7 は、例えばそれらの位置ずれ量が対称に最小になるようにレチクルステージ 1 1 を位置決めすることで、両レチクル 9 A, 9 B のパターン像を所定の位置関係を維持して、高精度に

位置合わせすることができる。ただし、本例ではレチクル 9 A, 9 B の交換を行う際にも、レチクルステージ 1 1 の位置 (X 座標を含む) はレーザ干渉計 1 3 によって高精度に計測されているため、上記のレチクルアライメントは、これらのレチクル 9 A, 9 B を不図示のレチクルローダ系よりレチクルステージ 1 1 上にロードした際に 1 度だけ行えば良く、  
5 それ以後にレチクル 9 A, 9 B を交換して露光を行う際には、レーザ干渉計 1 3 の計測値に基づいてレチクルステージ 1 1 を位置決めするだけでも良い。

一方、ウエハ 1 6 は、不図示のウエハホルダを介してウエハステージ 1 7 上に保持され、ウエハステージ 1 7 は、定盤 1 8 上で X 方向、Y 方向にウエハ 1 6 をステップ移動すると共に、不図示のオートフォーカスセンサの計測値に基づいて、ウエハ 1 6 の表面のフォーカス位置 (Z 方向の位置) 及び傾斜角をオートフォーカス方式で投影光学系 1 4 の像面に合わせ込む。ウエハステージ 1 7 の 2 次元的な位置は、移動鏡 1 9 m  
15 及びレーザ干渉計 1 9 によって計測され、この計測値、及び主制御系 2 7 からの制御情報に基づいてウエハステージ駆動系 2 2 がウエハステージ 1 7 の動作を制御する。露光時には、ウエハ 1 6 上の一つのショット領域へのレチクルパターン像の露光 (又は二重露光) が終わると、ウエハステージ 1 7 のステップ移動によって次のショット領域が露光位置に  
20 移動して露光を行うという動作がステップ・アンド・リピート方式で繰り返される。このように本例の投影露光装置は、ステッパー型 (一括露光型) であるが、投影露光装置としてステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型を使用する場合にも本発明が適用できるのは言うまでも無い。

25 また、ウエハ 1 6 の各ショット領域への重ね合わせ露光時のアライメントを行うために、オフ・アクシス方式で画像処理型のアライメントセ

ンサ 25 が備えられ、アライメントセンサ 25 の撮像信号もアライメント信号処理系 26 に供給されている。ウエハステージ 17 上には R A 顕微鏡 8 A, 8 B を介してレチクルアライメントを行う際に使用される基準マーク、及びアライメントセンサ 25 用の基準マークが形成された基準マーク部材 20 も設置されている。

次に、本例の投影露光装置を用いて所定のパターンの像を露光する際の動作の一例につき説明する。本例では、ウエハ 16 上の各ショット領域に対して 2 つのレチクルを交換しつつ二重露光を行うが、始めに第 1 のレチクル 9 A を用いてウエハ 16 上の全ショット領域を露光し、続いてレチクルを第 2 のレチクル 9 B に交換して、再びウエハ 16 上の全ショット領域を露光するシーケンスを採用した方が、各ショット領域毎にレチクル 9 A, 9 B を交換して露光を行うよりもスループットが高い。そこで、以下では各レチクル毎にウエハの全部のショット領域への露光を連続して行う動作について説明する。

図 2 は、本例でウエハの各ショット領域に形成する電子デバイスの或るレイヤの回路パターン 31 を部分的に拡大した図を示し、この図 2 において、幅  $dY1$  で X 方向に細長く伸びた細線パターン P 1 a の両端部に、それより広い幅  $dY2$  ( $dY2$  は  $dY1$  のほぼ 1.5 倍程度) の重ね合わせ用パターン P 1 c, P 1 d を配置した形の第 1 のゲートパターン P 1 が形成されている。同様に、幅  $dX1$  で Y 方向に細長く伸びた細線パターン P 2 a の端部に、それより広い幅  $dX2$  ( $dX2$  は  $dX1$  のほぼ 1.5 倍程度) の重ね合わせ用パターン P 2 c を配置した形の第 2 のゲートパターン P 2 と、それぞれ Y 方向に伸びた幅  $dX1$  の細線パターン P 3 a, P 3 b の反対側の端部に、それより広い幅  $dX2$  の重ね合わせ用パターン P 3 c, P 3 d を配置した形のゲートパターン P 3 A, P 3 B を中心間隔  $eX1$  (本例では  $eX1 = 2 \cdot dX1$ ) で配置した第



3のゲートパターンP3とが形成されている。この場合、 $dX1 = dY1$ となっている。

それらの孤立線的な細線パターンP1a, P2a, P3a, P3bの幅dY1（即ちdX1）は、変形照明を用いない場合の本例の投影光学系14の解像限界程度の幅、又はこの解像限界より僅かに細い幅であり、  
5 細線パターンP1a, P2a, P3a, P3bが本発明の線状パターンに対応している。即ち、露光波長を $\lambda$ 、投影光学系14の開口数をNAとすると、変形照明を用いない場合の投影光学系14の解像限界は、所定のプロセス係数k1を用いてほぼ $k1 \cdot \lambda / NA$ であり、幅dY1  
10（dX1）は $k1 \cdot \lambda / NA$ 程度、又はこれより僅かに細い程度である。一方、重ね合わせ用パターンP1c, P2c等の幅dY2（即ちdX2）は、その解像限界 $k1 \cdot \lambda / NA$ よりも1.5倍程度は太く設定されている。

ゲートパターンP1, P2, P3の細線パターンP1a, P2a, P3a, P3bの部分は、例えば電界効果型トランジスタのゲート電極となるパターンであり、ウエハの各ショット領域の当該レイヤ上にそれらのゲートパターンP1, P2, P3を残しパターン（その部分にのみ金属膜等の膜が残るパターン）として形成する必要がある。実際のデバイスにはこのようなゲートパターンが数千万個以上形成されている場合があるが、このゲート電極が細く、且つデバイスの全箇所で、その線幅が一定しているほど、その電子デバイスを高速に動作させることができる。

このようなゲートパターンP1, P2, P3の形成には、これと相似形状の拡大された遮光パターン（原版パターン）を有するレチクルを作成し、その縮小像を投影露光装置でウエハ上に転写露光すればよいが、  
25 変形照明を用いない露光方法では、その $k1 \cdot \lambda / NA$ 程度の解像限界より細いパターン像を高精度に、かつ適正な焦点深度を維持して露光す

ることは困難である。そこで、本例では図2の回路パターン31を図1の投影光学系14の投影倍率 $\beta$ の逆数( $1/\beta$ )倍で拡大した原版パターンより、2つのレチクルパターンを生成し、これらのレチクルパターンを図1のレチクル9A及び9Bに別々に形成する。なお、実際のレチクルパターンの長さは、ウエハ上での長さの目標値に( $1/\beta$ )倍を乗じた値であるが、以下では説明の便宜上、レチクルパターンの各部の長さをウエハ上の長さに換算した値で表示する。更に、図1の投影光学系14は、例えば反転投影を行っているが、分かり易くするために、レチクルパターンとこの投影像とは同じ方向であるものとして説明する。

図3(A)及び(B)は、それぞれ第1のレチクル9A及び第2のレチクル9Bに描画されているレチクルパターンを示し、前者の第1のレチクル9Aに描画されているレチクルパターンは、透過部35中に図2のゲートパターンP1~P3とそれぞれ同じ形状の(より正確には $1/\beta$ 倍した)遮光膜よりなる遮光パターンA1~A3を形成したものである。即ち、遮光パターンA1は、図2の細線パターンP1a及び重ね合わせ用パターンP1c、P1dとそれぞれ同じ形状のパターンA1a及びA1c、A1dよりなる。この場合、パターンA1c、A1dの幅は重ね合わせ用パターンP1c、P1dの幅と同じ $dY2$ であるが、中央のパターンA1aの幅は細線パターンP1aの幅 $dY1$ に対して $dY3$ で表されている。

これは、細線パターンP1aに対応するパターンA1aの幅 $dY3$ は、幅 $dY1$ と同じでもよいが、幅 $dY1$ の1倍~2倍の間に設定してもよいことを意味している。このようにパターンA1aの幅 $dY3$ を広く設定することによって、変形照明を用いない照明条件下での解像限界付近の像の露光によってパターンA1aの像の線幅が狭くなるか、又は2つのレチクルパターンの僅かな位置ずれによって線幅が狭くなることが防

止される。また、パターンA 1 aの幅 $d Y 3$ を広く設定しても、パターンA 1 aの像の最終的な線幅は第2のレチクル9 Bのパターン像の露光によって規定されるため問題は無い。

同様に、遮光パターンA 2は、図2の細線パターンP 2 a及び重ね合わせ用パターンP 2 cとそれぞれ同じ形状の幅 $d X 3$  ( $= d Y 3$ )のパターンA 2 a及び幅 $d X 2$ のパターンA 2 cよりなる。更に、遮光パターンA 3は、図2の細線パターンP 3 a及び重ね合わせ用パターンP 3 cと同じ形状のパターンA 3 a及びA 3 cよりなる第1の遮光パターンA 3 Aと、細線パターンP 3 b及び重ね合わせ用パターンP 3 dと同じ形状のパターンA 3 b及びA 3 dよりなる第2の遮光パターンA 3 Bとから構成されており、幅 $d X 3$ のパターンA 3 a, A 3 bの中心間隔は、細線パターンP 3 a, P 3 bの中心間隔 $e X 1$ と同じである。

次に、図3 (B)の第2のレチクル9 Bに描画されているパターンは、図2の細線パターンP 1 a、細線パターンP 2 a、及び細線パターンP 3 a, P 3 bの原版パターンに相当する位置にそれぞれ所定方向に複数個の透過パターンB 1, B 2及びB 3を配置し、それ以外の領域を遮光部3 2としたものである。そして、第1の透過パターンB 1は、図2の細線パターンP 1 aを正確に投影倍率の逆数 ( $1 / \beta$ ) 倍した点線で示すX方向に細長い原版パターンP 1 a'を挟み込む(接する)ように、原版パターンP 1 a'と同じ形状の幅がほぼ $d Y 1$ の4個の透過パターンを、Y方向に(即ち、原版パターンP 1 a'の長辺方向(長手方向)に直交する方向に)ほぼ $2 \cdot d Y 1$ のピッチで配置したパターンである。

また、第2の透過パターンB 2は、図2の細線パターンP 2 aのY方向に細長い原版パターンP 2 a'を挟み込む(接する)ように、原版パターンP 2 a'と同じ形状の幅がほぼ $d X 1$ の4個の透過パターンを、X方向にほぼ $2 \cdot d X 1$ のピッチで配置したパターンである。同様に、

第3の透過パターンB3は、図2の細線パターンP3a、P3bの原版パターンP3a'、P3b'を挟み込む（接する）ように、原版パターンP3a'と同じ形状の幅がほぼdX1の6個の透過パターンを、X方向にほぼ2・dX1のピッチで配置したパターンである。なお、透過パターンB1、B2としては、矩形の透過パターンをそれぞれ2個～8個程度周期的に配置したパターンを使用できる。同様に、透過パターンB3としては、矩形の透過パターンをそれぞれ3個～9個程度周期的に配置したパターンを使用できる。

図3（B）より分かるように、各透過パターンB1～B3の長辺方向は対応する各細線パターンP1a～P3a、P3bの原版パターンの長辺方向（Y方向、又はX方向）と一致しており、かつ、各透過パターンB1～B3の周期方向は、対応する各細線パターンの長辺方向と直交する方向である。更に、図2の各細線パターンP1a～P3a、P3bの原版パターンP1a'～P3a'、P3b'に対応する部分はそれぞれ遮光パターンとなっている。そして、第1のレチクル9Aに含まれる各遮光パターンA1～A3と、第2のレチクル9Bに含まれる各透過パターンB1～B3との位置関係は、合成露光に際し、正確に重なりあうように配置されている。そのため、不図示であるがレチクル9A及び9Bのパターン領域には、それぞれX方向に所定間隔で1対のアライメントマークが形成されている。

次に本例の露光動作につき図7のフローチャートを参照して説明する。まず、図7のステップ101において、1ロットのウエハに対してポジ型のフォトリソが塗布される。その1ロットのウエハの各ショット領域の下地のレイヤには、それぞれそれまでの工程で所定の回路パターンが形成されている。その後、その1ロットのウエハは図1の投影露光装置の近傍の不図示のウエハカセットに搬送される。次に、その1ロッ

トの内の1枚のウエハを図1のウエハステージ17上にロードして、アライメントセンサ25を介してウエハアライメントを行う（ステップ102）。その後、レチクルステージ11を駆動して第1のレチクル9Aを照明光IL2による照明領域に移動して、RA顕微鏡8A、8B、又はレーザ干渉計13を用いてレチクルアライメントを行う（ステップ103）。

それに続くステップ104において、回転板42を回転して対応する $\sigma$ 絞りをフライアイレンズ41の射出面5に設置することによって、照明条件をレチクル9A用に最適化する。このレチクル9Aに描画されている図3（A）の遮光パターンA1～A3は周期性が低いため、特に変形照明を使用する必要はなく、図5（C）に示す円形の開口45aを持つ $\sigma$ 絞り45がその射出面5に設置される。開口45aは、例えばコヒーレンスファクタ（ $\sigma$ 値）が0.3から0.7程度の通常の円形開口である。 $\sigma$ 絞り45を使用する照明条件をここでは「通常照明」と呼ぶ。ただし、必要に応じて他の形状の絞りを使用しても良い。その照明条件のもとで、ウエハの各ショット領域にレチクル9Aのパターン像が投影露光される。

次に、ステップ105において、レチクルステージ11を駆動して、第2のレチクル9Bを照明領域に移動して、レチクルアライメントを行う。その後のステップ106において、照明条件を図3（B）のレチクル9Bの周期的な透過パターンB1～B3に最適化する。この場合には、直交する2方向（X方向、Y方向）に周期性を有するパターンの形成に好適な変形照明とするために、図5（B）に示す4つの開口44a～44dを有する $\sigma$ 絞り44を射出面5に設定する。なお、図5（B）～（E）におけるX方向及びY方向は、それぞれ図1のウエハステージ17上でのX方向及びY方向に対応する方向である。 $\sigma$ 絞り44の開口4

4 a ~ 4 4 d は、光軸 A X 1 を中心として図 3 (B) の透過パターン B 1 の周期方向 (Y 方向)、及び透過パターン B 2, B 3 の周期方向 (X 方向) に対してそれぞれ 4 5 ° ずつ回転した 4 方向に沿って、光軸 A X 1 から等距離の位置を中心とした小さい円形である。このような  $\sigma$  絞り 4 4 を使用すると、X 方向及び Y 方向に周期性を有するパターンの解像度及び焦点深度を向上することができるが、その原理は、日本国特開平 5 - 2 0 6 0 0 7 号公報及び米国特許第 5 7 1 9 7 0 4 号に詳細に述べられているので、ここでの説明は省略するが、本国際出願で指定した指定国、又は選択した選択国の国内法令の許す限りにおいて、上記公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

なお、 $\sigma$  絞り 4 4 の配置される射出面 5 は、前述の通りレチクル 9 B のパターン面に対する光学的フーリエ変換面であるため、その射出面 5 は、投影光学系 1 4 内の開口絞り 1 5 の配置面と共役 (結像関係) になっている。そして、図 5 (B) の  $\sigma$  絞り 4 4 の開口 4 4 a ~ 4 4 d の像は、対応する開口絞り 1 5 の開口内のできるだけ周辺部に位置するように、即ちできるだけ光軸から離れた位置とすると共に、その開口 4 4 a ~ 4 4 d の各内径もできるだけ小さくすることによって、より一層微細な線状パターン P 1 a, P 2 a, P 3 a, P 3 b に対応する透過パターン B 1 ~ B 3 の像を高精度に転写することが可能となる。

ただし、転写すべき線状パターンの線幅が露光波長  $\lambda$ 、投影光学系の開口数 N A に対して、 $0.4 \times \lambda / N A$  程度より太ければ、使用する変形照明は、上記のように、照明光学系瞳面で、できるだけ光軸から離れ、且つ、できるだけ小さな開口を用いる変形照明には限定されず、照明光学系瞳面で照明光の強度分布が、光軸近傍で弱く、これ以外 (この外側) の部分で強くなるような、比較的集中度の弱い変形照明を用いることもできる。また、輪帯照明を使用することもできる。もちろん、転写

すべき線状パターンの線幅が、 $0.4 \times \lambda / NA$  程度より細かい場合には、上記の如き、照明光学系瞳面で、できるだけ光軸から離れ、且つ、できるだけ小さな開口を用いる変形照明を使用することが望ましい。

5      その変形照明のもとで、ウエハの各ショット領域にレチクル 9 B のパターン像が投影露光される。そして、ステップ 107 で未露光のウエハが無くなるまで、ステップ 102 ~ 106 が繰り返されて、1 ロットの全部のウエハにそれぞれ 2 枚のレチクル 9 A, 9 B の像が合成露光（二重露光）される。

10      ところで、変形照明を使用すると、通常はレチクルを透過した結像光束が、投影光学系内の特定箇所に集光された状態で通過することとなり、露光を長時間行う過程でその結像光束の吸収によりその投影光学系が局所的に加熱され、局所的な変形や屈折率変化が生じて、結像特性が劣化する恐れがある。しかしながら、本例において変形照明を行う際に使用される第 2 のレチクル 9 B は、転写すべき線状パターン P 1 a, P 2 a, 15      P 3 a, P 3 b に相当する部分の近傍のみに、周期的な透過パターン B 1, B 2, B 3 を有するのみで、それ以外の部分は全て遮光部 32 とされている。従って、照明光束の殆どはレチクル 9 B により遮光されて投影光学系 14 内を透過する結像光束の光量は僅かであり、上記の如き結像特性の劣化が生じる恐れは全くない。

20      上記の各ウエハについて 2 回の露光によって、各ウエハの各ショット領域上のフォトレジストには、2 つのレチクル 9 A, 9 B のパターンの像が論理的に記録される。即ち、少なくともどちらか一方の露光で明部（透過パターン）であった領域のフォトレジストは感光し、2 回とも暗部（遮光パターン）であった領域のフォトレジストは感光していない。

25      次にステップ 108 に移行して、二重露光後の 1 ロットのウエハの現像を行う。本例のフォトレジストはポジ型であるため、現像後には未感

光の部分のみが残膜し、その結果、図2のゲートパターンP1, P2, P3に対応する部分がレジストパターンとして形成される。この際に、レチクル9Bに存在する多くの遮光部32は、それと対応するレチクル9Aにおいて、転写すべきゲートパターンP1, P2, P3に対応する部分以外の領域が透過部35となっていることから、レジストが残膜する（誤転写される）ことはない。

本例の合成露光を、従来のような1回で露光する方法、即ち実質的に第1のレチクル9Aのみを使用する露光方法と比べると、本例では第2のレチクル9Bを使用する露光において、ゲートパターンP1, P2, P3中の細線パターンP1a, P2a, P3a, P3bの解像度及び焦点深度を著しく向上させることが可能である。従って、合成露光後においてもこの特徴が活かされており、細線パターンP1a, P2a, P3a, P3bの像の解像度及び焦点深度の向上が達成される。上記2回の露光における各露光量は、フォトリソの感度から定められる適正露光量の均等分け、即ちその半分ずつでなくても良く、レチクル9Bを用いた露光時の露光量を多めに設定すると、一層効果的である。

その後、ステップ109の加工工程において、1ロットのウエハに対して現像後に残されたレジストパターンをマスクとしてエッチング等を行うことによって、当該レイヤに図2のゲートパターンが形成される。

その後、加工工程後の不要なレジストを除去するレジスト除去工程等を経た後、ウエハの更に上のレイヤに対して順次レジスト塗布、露光、現像、加工、レジスト除去等の各工程を繰り返すことで、ウエハプロセスが終了する。ウエハプロセスが終了すると、実際の組立工程にて、焼き付けられた回路毎にウエハを切断してチップ化するダイシング工程、各チップに配線等を行うボンディング工程、各チップ毎にパッケージングするパッケージング工程等を経て、最終的に半導体デバイスが製造され



る。

次に、本発明の実施の形態の他の例につき図3～図5を参照して説明する。

図4(A), (B)は、それぞれ図3(B)の第2のレチクル9Bの  
5 代わりに本例で使用される第2のレチクル9C、及び第3のレチクル9Dを示している。本例では、図3(A)のレチクル9A、及び図4の2枚のレチクル9C、9Dのパターン像を順次位置合わせしながら三重露光(合成露光)して、図2のゲートパターンP1～P3を形成する。

図4(A)に示すように、レチクル9Cには、図3(B)のレチクル  
10 9Bに描画されていたパターンの内、Y方向に周期性を有するパターンである周期的な透過パターンB1のみが描画されている。図4(B)に示すように、レチクル9Dには、レチクル9Bに描画されていたパターンの内、X方向に周期性を有するパターンである周期的な透過パターンB2、B3のみが描画されている。そして、両レチクル9C、9Dとも、  
15 その透過パターン以外の部分は遮光部33、34である。

このように、周期的な透過パターンの周期方向が、Y方向のみ及びX方向のみに限定されているレチクル9C、9Dの露光に際しては、その照明条件として、それぞれ図5(D), (E)に示すような、2箇所の開口を有す $\sigma$ 絞り46、47を図1のフライアイレンズ41の射出面5  
20 に設置する変形照明を用いると、一層の解像度及び焦点深度の向上が可能である。なお、この原理についても上記の日本国特開平4-101148号公報に詳細に述べられている。

即ち、Y方向に周期性を有する透過パターンB1を有するレチクル9Cの露光に際しては、図5(D)のY軸(照明光学系の光軸AX1を通るY方向の直線)上の、光軸AX1から等距離離れた2箇所に開口46  
25 a、46bを有する $\sigma$ 絞り46を用いることが好ましい。一方、X方向

に周期性を有する透過パターンB 2, B 3を有するレチクル9 Dの露光に際しては、図5 (E) のX軸(照明光学系の光軸AX 1を通るX方向の直線)上の、光軸AX 1から等距離離れた2箇所に開口4 7 a, 4 7 bを有する $\sigma$ 絞り4 7を用いることが好ましい。

- 5       本例では、透過パターンB 1と透過パターンB 2, B 3とで最適な照明条件が異なるので、3枚のレチクル9 A, 9 C, 9 Dを用いてウエハを三重露光するものとしたが、前述の実施の形態でを使用した2枚のレチクル9 A, 9 Bを用いて三重露光を行うようにしてもよい。即ち、レチクル9 Aによる露光が行われたウエハに対して、レチクル9 Bによる露光を行う前に、レチクル9 B上の透過パターンB 1を含む所定領域のみに照明光I L 2が照射されるように、照明光学系内でレチクルのパターン面とほぼ共役な面に配置される視野絞り(レチクルブラインド)によって、レチクル9 B上での照明光I L 2による照明領域を調整する。これは、例えば $\sigma$ 絞りの交換と並行して行われる。そして、 $\sigma$ 絞り4 6を通して照明光I L 2を透過パターンB 1に照射し、ウエハW上の遮光パターンA 1の像に透過パターンB 1の像を重ねて転写する。次に、透過パターンB 2, B 3を含む所定領域のみに照明光I Lが照射されるように、視野絞りによってレチクル9 B上での照明領域を調整するとともに、 $\sigma$ 絞りの交換を行う。しかる後、 $\sigma$ 絞り4 7を通して照明光I L 2を透過パターンB 2, B 3に照射し、遮光パターンA 2, A 3の像に透過パターンB 2, B 3の像を重ねて転写する。これにより、最適な照明条件が異なる複数の透過パターンがレチクル9 B上に混在していても、レチクルの交換を行うことなく、1つ又は複数の透過パターン毎に最適な照明条件でその転写像をウエハ上に形成することができる。

- 25       なお、前述の実施の形態ではレチクル9 Aを用いてウエハの露光を行い、しかる後にレチクル9 B(又はレチクル9 C, 9 D)を用いてウエ

ハの露光を行うものとしたが、その順序は逆でもよい。即ち、多重露光に用いる複数のレチクルの使用順序は任意で構わない。

なお、上記の実施の形態において、変形照明用の $\sigma$ 絞り44, 46, 47の小さい円形の開口44a~44d, 46a, 46b, 47a, 47bの内径が上記の如く小さい場合には、照度分布整形光学系4として、図1に示したような、フライアイレンズ41と $\sigma$ 絞りとの組み合わせを用いると、変形照明用の $\sigma$ 絞りの各小開口を透過する照明光の効率（透過率）が大きく低下してしまう。これを避けるために、例えば、日本国特開平5-206007号公報に開示されているような、光束分割系と、集光光学系と、照度均一化光学系とを組合わせた光学系を使用してもよい。また、照度均一化光学系（オプティカル・インテグレータ）としてガラスロッドを使用することもできる。さらに、光束分割系として一對のアキシコンを使用して、照明光学系内のフーリエ変換面上での照明光IL2の光量分布を輪帯状としてもよく、その一對のアキシコンの間隔を調整してその大きさを変更することもできる。このとき、図5（B）に示した $\sigma$ 絞り44を併用すると、前述したフライアイレンズ41と $\sigma$ 絞り44との組み合わせに比べて光量損失を小さく抑えることができる。以上のように、照明条件、即ち照明光学系内のフーリエ変換面上での照明光IL2の光量分布（形状と大きさとの少なくとも一方）を変更する機構はいかなる構成でも構わない。

また、以上の実施の形態においては、レチクルパターンは全て透過部と遮光部とよりなるものとしたが、遮光部の代わりに、透過光の位相を、透過部に対して180°シフトさせ、かつ透過率を例えば3~10%程度とする減光型（ハーフトーン型）位相シフト部としたレチクルパターンを採用しても良い。この場合には、レチクル9B, 9C, 9Dに示したような周期的パターンの解像度を一層向上させることができる。この

とき、変形照明（輪帯照明を含む）が組み合わされて使用される。

ただし、レチクル 9 B, 9 C, 9 D の遮光部（非パターン部）を全て減光型位相シフト部とすると、図 2 に示したゲートパターン P 1, P 2, P 3 中の細線パターンの端部の重ね合わせ用パターン P 1 c, P 1 d, P 2 c, P 3 c, P 3 d に対応する部分は、その減光型位相シフト部からの透過光により、僅かに露光されることとなる。ただし、その露光量は、減光型位相シフト部の減光作用により少ないが、それが問題となる場合には、レチクル 9 B, 9 C, 9 D の代わりに、図 6 に示すレチクル 9 E を使用してもよい。

図 6 のレチクル 9 E のパターンは、各周期的透過パターン部のみを、透過部 9 1 で構成し、その間のみを減光型位相シフト部 9 2 で構成し、それ以外の部分を遮光部 9 3 で構成したものである。このレチクルパターンを使用すれば、上記の重ね合わせ用パターン P 1 c, P 1 d, P 2 c, P 3 c, P 3 d 等の部分への悪影響を完全に防止することができる。

なお、例えば日本国特開平 5-13305 号公報及び対応する米国特許第 5343270 号、日本国特開平 4-277612 号公報及び対応する米国特許第 5194893 号に開示されているように、レチクル 9 A を用いてウエハ上の 1 つのショット領域を露光している間、投影光学系 14 の光軸 A X 2 と平行な Z 方向にウエハを移動させるようにしてもよい。この方法と併用して、あるいは単独で、例えば日本国特開平 4-179958 号公報及び対応する米国特許第 5552856 号に開示されているように、投影光学系 14 内のフーリエ変換面（瞳面）上でその光軸を中心とする円形領域内に分布する照明光を遮光する光学フィルタ、いわゆる瞳フィルタを用いるようにしてもよい。本国際出願で指定した指定国、又は選択した選択国の国内法令の許す限りにおいて、上記 3 件の公報、及び 3 件の米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

また、例えばレチクル 9 B ~ 9 D をそれぞれ空間周波数変調型の位相シフトレチクルとしてもよく、この場合には変形照明（輪帯照明を含む）を採用せず、コヒーレンスファクタ（ $\sigma$  値）が 0.1 ~ 0.4 程度となる円形開口を有する  $\sigma$  絞りを使用する通常照明が採用される。

- 5       また、以上の実施の形態において、より解像度が必要なパターンの長辺方向は、X 方向又は Y 方向に限定されているが、その長辺方向は X 方向、Y 方向以外の任意の方向であっても良い。また、例えば長辺方向が互いに 90° 以外の角度で交差している 2 つのパターンを露光対象としてもよい。これらの場合には、レチクル 9 B, 9 C, 9 D 内の各周期性
- 10       の透過パターンの周期方向、及び変形照明の条件もそれに合わせて、その長辺方向と直交する方向に変更することが望ましい。また、例えば長辺方向が互いに交差する少なくとも 3 つのパターンを露光対象としてもよく、この場合には輪帯照明を採用する用にしてもよい。

- また、上記の実施の形態では、多重露光するパターンは互いに異なる
- 15       レチクルに描画されているが、多重露光するパターンを 1 枚のレチクルのパターン面の異なる領域に描画して、露光時に視野絞りで露光すべきパターンを規定すると共に、ウエハステージを移動して位置合わせを行うようにしてもよい。

- また、上記の実施の形態では、本発明を適用するパターンの例として
- 20       ゲートパターンを想定しているが、もちろん他のパターンや他の工程についても本発明を適用することができる。

- なお、露光用の照明光としてエキシマレーザ等の遠紫外線を用いる場合には、投影光学系の硝材として石英（ $\text{SiO}_2$ ）や蛍石（ $\text{CaF}_2$ ）等の遠紫外線を透過する材料を用いる。また、投影光学系は屈折系、反射系、及び
- 25       反射屈折系の何れでもよい。

      また、DFB 半導体レーザ又はファイバレーザから発振される赤外域

又は可視域の単一波長レーザを、例えばエルビウム（E r）（又はエルビウムとイッテルビウム（Y b）の両方）がドーブされたファイバーアンプで増幅し、かつ非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を露光用の照明光として用いてもよい。さらに、例えば水銀ランプから発生する輝線（例えばg線、i線等）、あるいはレーザ励起プラズマ光源、又はS O R等から発生する軟X線領域（波長5～50nm程度）、例えば波長13.4nm、又は11.5nmのEUV（Extreme Ultra Violet）光を、露光用の照明光として用いてもよい。即ち、本発明が適用される投影露光装置で使用する露光用の照明光の波長は任意で構わない。なお、EUV光を用いる露光装置では反射型レチクルが用いられ、かつ投影光学系が複数枚、例えば3～8枚程度の反射光学素子（ミラー）のみからなる。また、前述した通り本発明は、例えば日本国特開平4-196513号公報及び対応する米国特許第5473410号に開示される走査型の投影露光装置にも適用でき、本国際出願で指定した指定国、又は選択した選択国の国内法令の許す限りにおいて、上記公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

そして、本例の照度分布整形光学系4を含む照明光学系、及び投影光学系を投影露光装置本体に組み込み光学調整をすると共に、多数の機械部品からなるレチクルステージやウエハステージを投影露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、更に総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより本実施の形態の投影露光装置を製造することができる。なお、投影露光装置の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

なお、投影露光装置の用途としては半導体製造用の投影露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを露光する液晶用の投影露光装置や、薄膜磁気ヘッドを製造するた

めの投影露光装置にも広く適用できる。また、フォトマスクやレチクルの製造に用いられ、例えば遠紫外光又は真空紫外光を露光用照明光として使用するステップ・アンド・スティッチ方式の縮小投影露光装置にも本発明を適用することができる。

- 5       このように本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。更に、明細書、特許請求の範囲、図面、及び要約を含む、1998年6月10日付提出の日本国特許出願第10-161896号の全ての開示内容は、そっくりそのまま引用してここに組み込まれている。

10

#### 産業上の利用の可能性

- 本発明の第1の転写方法によれば、転写すべきパターンが形成された第1のマスクパターンと、線状パターンに対応する部分を周期的な透過パターンとした第2のマスクパターンとを用いて合成露光を行っているため、ゲートパターンのように線状パターンとこの端部の幅の広いパター
- 15       ーンとからなるような回路パターンの像を高精度に露光できる利点がある。

- また、変形照明を行う第2のマスクパターンでは、その透過パターン以外の領域が減光部とされて、投影光学系を通過する結像光束の光量が少ないため、照明条件の一部に変形照明を用いるような場合に、投影光学系の結像特性の劣化を抑制することができる。
- 20

      次に、本発明の第2及び第3の転写方法によれば、孤立線のようなパターンの像を高精度に転写できる。

- また、本発明の露光装置によれば、そのような露光方法を使用できると共に、本発明のデバイスの製造方法によれば、そのような露光方法を使用して高精度にデバイスを製造できる利点がある。
- 25

## 請 求 の 範 囲

1. 線状パターンを含む所定形状のパターンの像を投影光学系を介して基板上に転写する転写方法であって、

5 前記所定形状のパターンに対応する部分が減光部とされ、その他の部分が透過部とされた第1のマスクパターンと、

前記線状パターンに対応する部分に接するように、それぞれ前記線状パターンと実質的に同程度の線幅を有する複数の透過パターンが前記線状パターンの幅方向に周期的に配列され、かつ、少なくとも前記線状  
10 パターンに対応する部分の近傍の前記透過パターン以外の領域が減光部とされた第2のマスクパターンとを用い、

前記2つのマスクパターンの像を前記投影光学系を介して前記基板上に順次互いに位置合わせして転写すると共に、

前記第2のマスクパターンの像を転写する際の照明条件を、照明光学  
15 系の転写対象のパターンに対する光学的フーリエ変換面での強度分布が、光軸近傍よりもこの外側の領域で強い変形照明とすることを特徴とする転写方法。

2. 前記第1のマスクパターン中の前記線状パターンに対応する部分の線幅は、前記線状パターンの線幅の1倍～2倍であることを特徴とする  
20 請求の範囲1記載の転写方法。

3. 前記線状パターンを第1の線状パターンとしたとき、前記所定形状のパターンは、前記第1の線状パターンの長辺方向に直交する方向を長辺方向とする第2の線状パターンを更に含み、

前記第2のマスクパターンは、前記第2の線状パターンに対応する部  
25 分に接するように、それぞれ前記第2の線状パターンと実質的に同程度の線幅を有し、該線状パターンの幅方向に周期的に配列された複数の



透過パターンを更に含み、

前記第 2 のマスクパターンの像を転写する際の前記変形照明の条件を、  
前記光学的フーリエ変換面での照明光の強度分布が、前記光軸を中心と  
して前記第 1 及び第 2 の線状パターンの長辺方向に対応する方向からそ  
れぞれ実質的に  $45^\circ$  回転した方向に沿った 4 箇所を中心とした  
5 分布となるものとすることを特徴とする請求の範囲 1、又は 2 記載の転  
写方法。

4. 前記第 2 のマスクパターンを転写するときの露光量を、前記第 1 の  
マスクパターンを転写するときの露光量よりも大きく設定することを特  
10 徴とする請求の範囲 3 記載の転写方法。

5. 前記線状パターンを第 1 の線状パターンとしたとき、前記所定形状  
のパターンは、前記第 1 の線状パターンの長辺方向に交差する方向を長  
辺方向とする第 2 の線状パターンを更に含み、

前記第 2 の線状パターンに対応する部分に接するように、それぞれ前  
15 記第 2 の線状パターンと実質的に同程度の線幅を有する複数個の透過パ  
ターンが前記第 2 の線状パターンの幅方向に周期的に配列され、かつ、  
少なくとも前記第 2 の線状パターンに対応する部分の近傍の前記透過パ  
ターン以外の領域が減光部とされた第 3 のマスクパターンを更に用い、

前記 3 つのマスクパターンの像を前記投影光学系を介して前記基板上  
20 に順次互いに位置合わせして転写すると共に、

前記第 2 のマスクパターンの像、及び前記第 3 のマスクパターンの像  
を転写する際の照明条件を、それぞれ前記光学的フーリエ変換面での照  
明光の強度分布が、前記第 1 の線状パターンの長辺方向に直交する方向、  
及び前記第 2 の線状パターンの長辺方向に直交する方向に対応する方向  
25 に前記光軸から離れた 2 箇所を中心とした分布となる変形照明と  
することを特徴とする請求の範囲 1、又は 2 記載の転写方法。

6. 前記第2のマスクパターンを転写するときの露光量を、前記第1のマスクパターンを転写するときの露光量よりも大きく設定することを特徴とする請求の範囲5記載の転写方法。

7. 投影光学系を介して孤立的な線状パターンの像を基板上に転写する  
5 転写方法において、

前記線状パターンを減光部とした孤立的な第1パターンと、複数の透過パターンからなる周期的な第2パターンとをそれぞれ照明光で照射し、前記基板上で前記第1パターンの減光部と、前記複数の透過パターンに挟まれる1つの減光部とが重なるように、前記第1及び第2パターンを用いて前記基板を多重露光することを特徴とする転写方法。  
10

8. 前記第1及び第2パターンにそれぞれ前記照明光を照射する照明光学系内の、前記パターンに対する光学的なフーリエ変換面上での前記照明光の強度分布を、前記第1パターンと前記第2パターンとで異ならせることを特徴とする請求の範囲7記載の転写方法。

9. 前記第2パターンを用いて前記基板を露光するとき、前記照明光学系の光軸を含む領域よりもその外側で前記照明光の強度分布を高めることを特徴とする請求の範囲8記載の転写方法。  
15

10. 前記第1パターンを転写するときの露光量と、前記第2パターンを転写するときの露光量と、を異ならせることを特徴とする請求の範囲7～9の何れか一項記載の転写方法。  
20

11. 前記第2パターンを転写するときの露光量を、前記第1パターンを転写するときの露光量よりも大きくすることを特徴とする請求の範囲10記載の転写方法。

12. 前記線状パターンの線幅は前記投影光学系の解像限界程度であり、前記第1パターンの線幅は前記線状パターンの線幅のほぼ1倍～2倍であり、前記第2パターンの線幅は前記線状パターンの線幅と同程度であ  
25

ることを特徴とする請求の範囲 11 記載の転写方法。

13. 前記第 1 及び第 2 パターンの減光部はそれぞれ遮光部、又は透過光の位相をほぼ  $180^\circ$  シフトさせる半透明部であることを特徴とする請求の範囲 7～9 の何れか一項記載の転写方法。

5 14. 前記線状パターンの線幅は前記投影光学系の解像限界程度であり、前記第 1 パターンの線幅は前記線状パターンの線幅のほぼ 1 倍～2 倍であり、前記第 2 パターンの線幅は前記線状パターンの線幅と同程度であることを特徴とする請求の範囲 7～9 の何れか一項記載の転写方法。

10 15. 前記第 1 及び第 2 パターンはそれぞれ互いに異なるマスクに形成され、前記 2 つのマスクは、前記第 1 パターンの長手方向と前記第 2 パターンの周期方向とがほぼ直交するように、前記投影光学系の物体面側に順次配置されることを特徴とする請求の範囲 7～9 の何れか一項記載の転写方法。

15 16. 投影光学系を介して孤立的な線状パターンの像を基板上に転写する転写方法において、

前記線状パターンと実質的に同一形状の第 1 パターンと、前記線状パターンと実質的に同一線幅の直線部を含む周期的な第 2 パターンとをそれぞれ照明光で照射し、前記基板上で前記第 1 パターンと前記第 2 パターンの直線部とが重なるように、前記第 1 及び第 2 パターンを用いて前記基板を多重露光することを特徴とする転写方法。

17. 前記第 1 パターンを転写するときの前記基板の露光条件と、前記第 2 パターンを転写するときの前記基板の露光条件と、を異ならせることを特徴とする請求の範囲 16 記載の転写方法。

25 18. 前記露光条件は、前記第 1 及び第 2 パターンにそれぞれ前記照明光を照射する照明光学系内の、前記パターンに対する光学的なフーリエ変換面上での前記照明光の強度分布を含むことを特徴とする請求の範囲

1 7 記載の転写方法。

1 9. 前記第 2 パターンを用いて前記基板を露光するとき、前記照明光学系の光学軸を含む領域よりもその外側で前記照明光の強度分布を高めることを特徴とする請求の範囲 1 8 記載の転写方法。

5 2 0. 前記露光条件は、前記基板の露光量を含み、前記第 2 パターンを転写するときの露光量を、前記第 1 パターンを転写するときの露光量よりも大きくすることを特徴とする請求の範囲 1 7 記載の転写方法。

2 1. 前記第 1 パターンの線幅は前記線状パターンの線幅のほぼ 1 倍～2 倍であることを特徴とする請求の範囲 1 7 記載の転写方法。

10 2 2. 前記第 2 パターンは、前記照明光の位相をほぼ  $180^\circ$  シフトさせる透過部を含むことを特徴とする請求の範囲 2 1 記載の転写方法。

2 3. 前記透過部は、前記照明光を減光する半透明部であることを特徴とする請求の範囲 2 2 記載の転写方法。

15 2 4. 前記線状パターンは少なくとも一端での線幅が中心部よりも太くなっていることを特徴とする請求の範囲 1 6～2 3 の何れか一項記載の転写方法。

2 5. 前記線状パターンはゲート電極パターンであることを特徴とする請求の範囲 2 4 記載の転写方法。

20 2 6. 所定のマスクを照明する照明光学系と、前記マスクのパターンの像を基板上に転写する投影光学系と、を有する露光装置において、

前記照明光学系の照明条件を、露光対象のパターンの光学的フーリエ変換面での強度分布が、光軸近傍よりもこの外側の領域で強い変形照明と、それ以外の照明との何れかに切り換える照明条件制御系と、

25 前記マスクのパターンとして複数のマスクパターンの内の何れかを選択するパターン選択装置と、

該パターン選択装置で順次選択される複数のマスクパターンの相互の

位置合わせを行うアライメント系と、

前記パターン選択装置によって選択されたパターンに応じて、前記照明条件制御系を介して前記照明条件を切り換えて多重露光を行う露光制御系と、を有することを特徴とする露光装置。

- 5      27. 所定のマスクを照明する照明光学系と、前記マスクのパターンの像を基板上に転写する投影光学系と、

前記照明光学系の照明条件を、露光対象のパターンの光学的フーリエ変換面での強度分布が、光軸近傍よりもこの外側の領域で強い変形照明と、それ以外の照明との何れかに切り換える照明条件制御系と、

- 10      前記マスクのパターンとして複数のマスクパターンの内の何れかを選択するパターン選択装置と、

該パターン選択装置で順次選択される複数のマスクパターンの相互の位置合わせを行うアライメント系と、前記パターン選択装置によって選択されたパターンに応じて、前記照明条件制御系を介して前記照明条件を切り換えて多重露光を行う露光制御系と、

- 15      を所定の位置関係で組み上げることを特徴とする露光装置の製造方法。

28. 或るレイヤにおいて、線状パターンを含む所定形状の回路パターンが形成されるデバイスの製造方法であって、

- 20      請求の範囲1、2、7～9、16～23の何れか一項記載の転写方法を用いて前記レイヤへの前記回路パターンの転写を行うことを特徴とするデバイスの製造方法。

29. 前記線状パターンは、電界効果型トランジスタのゲート電極パターンであることを特徴とする請求の範囲28記載のデバイスの製造方法。

1/7

図 1

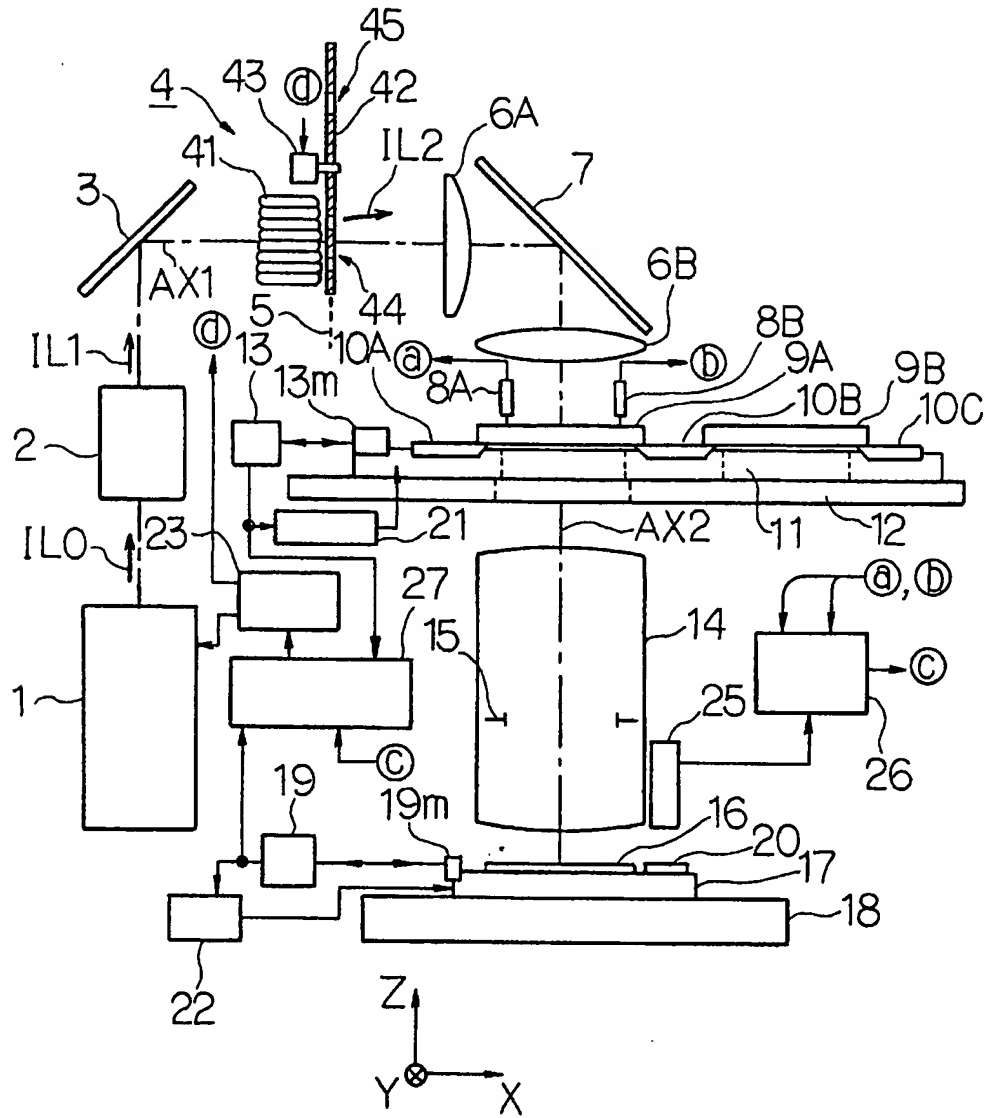


図 2

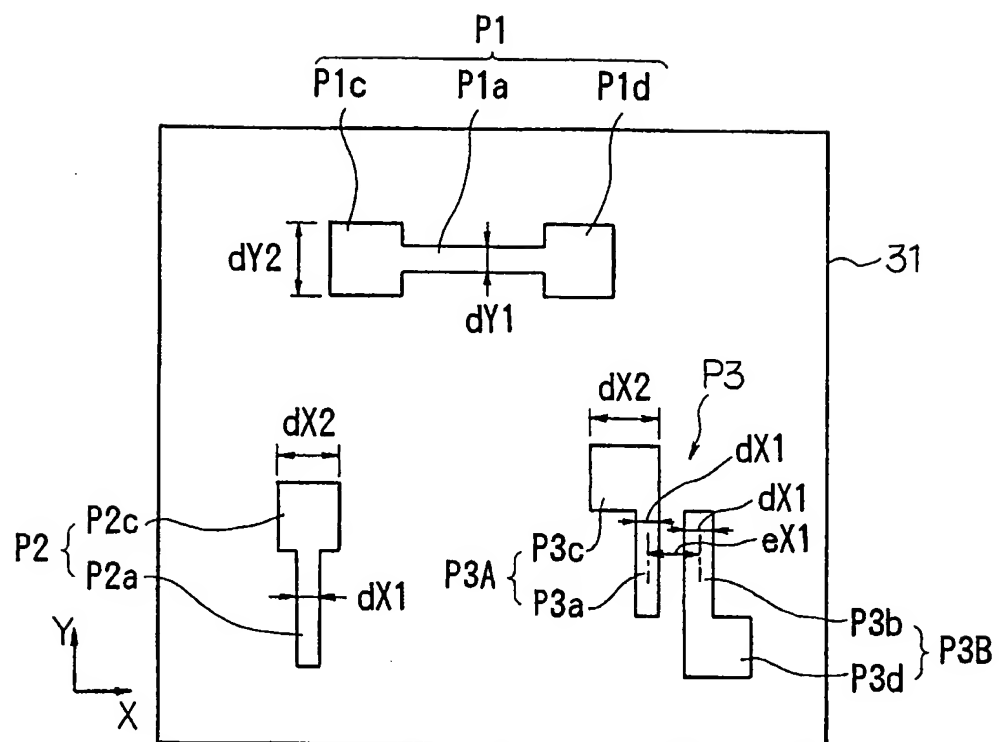
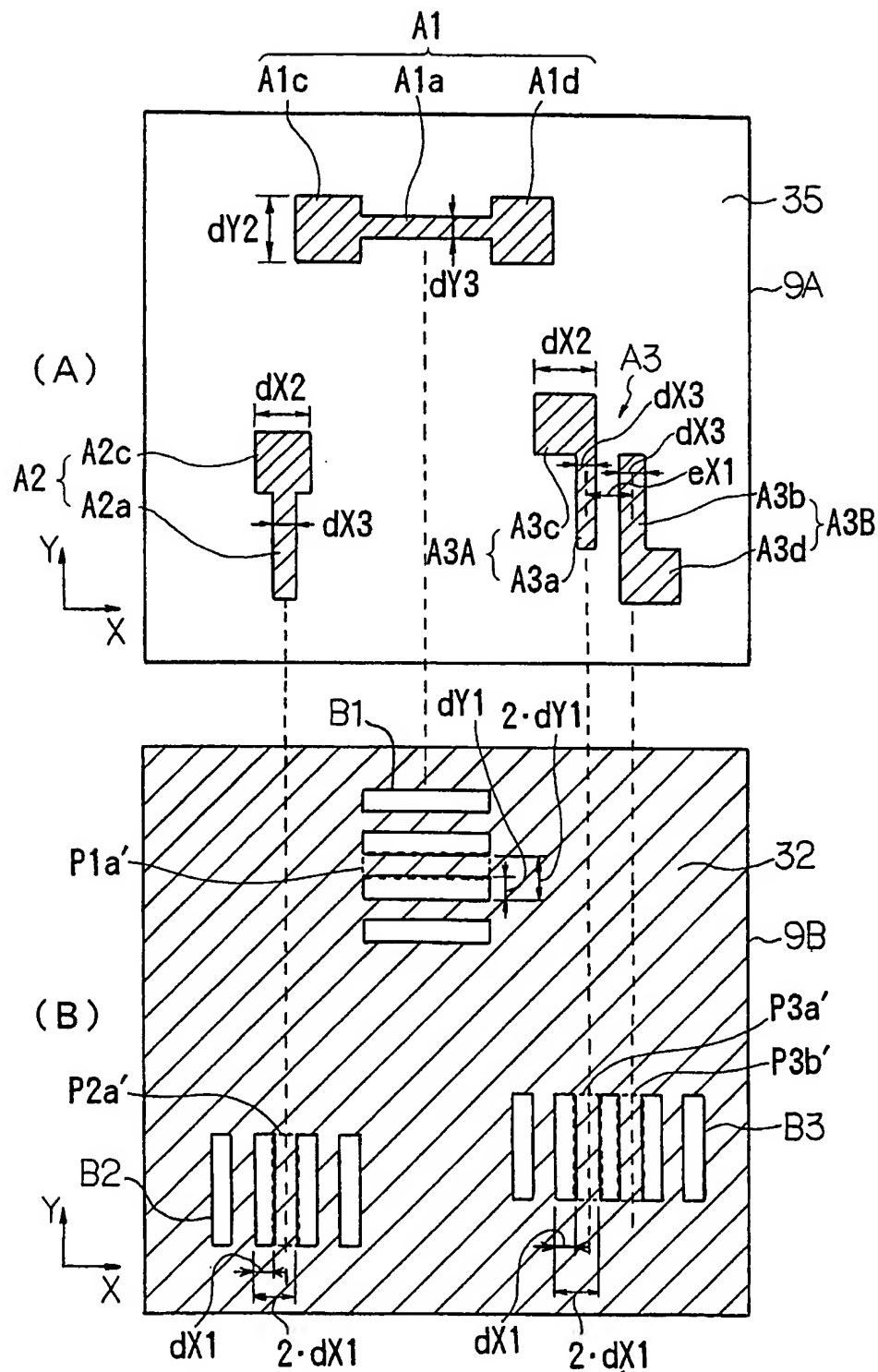


図 3





4/7

図 4

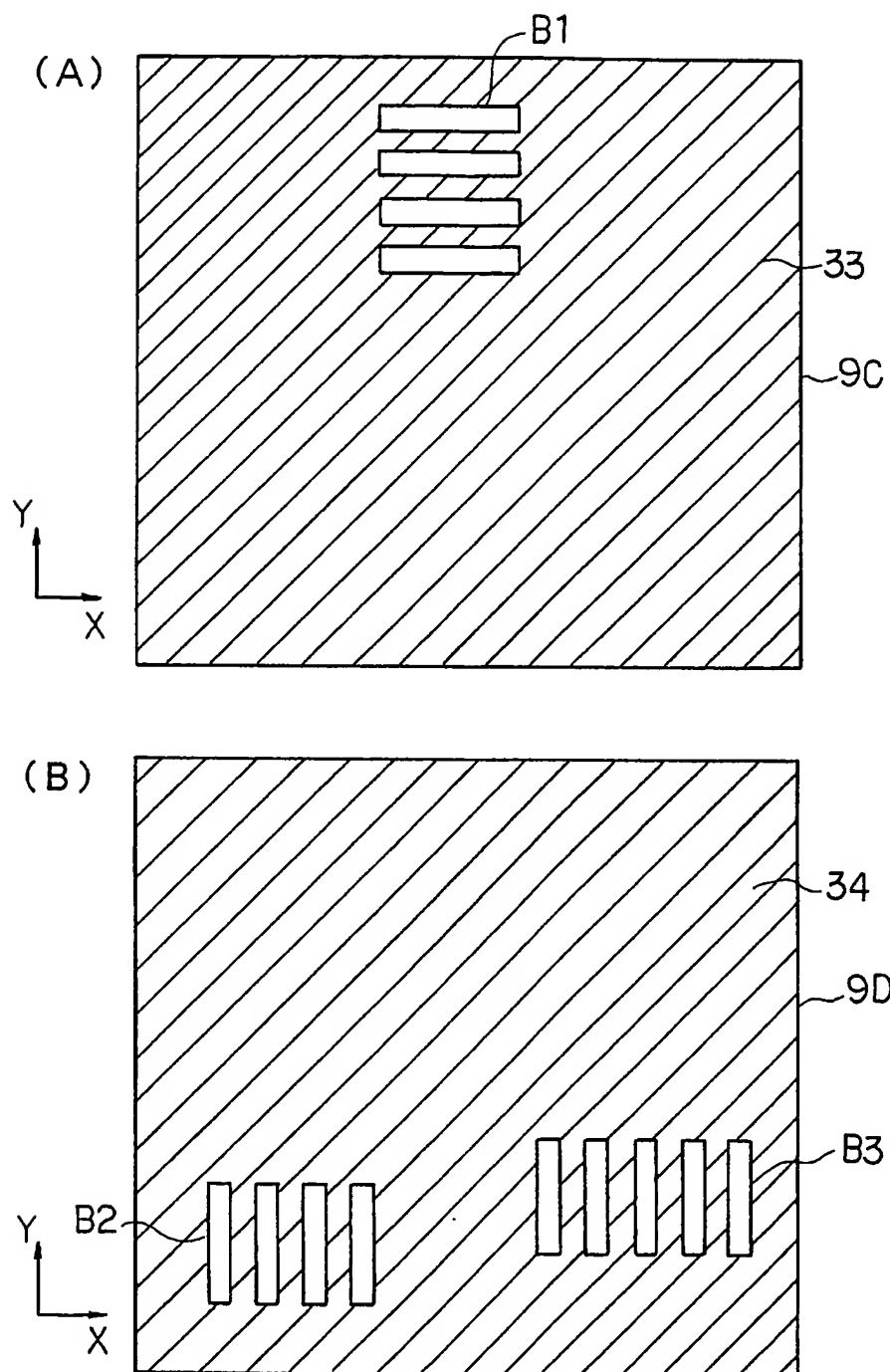


図 5

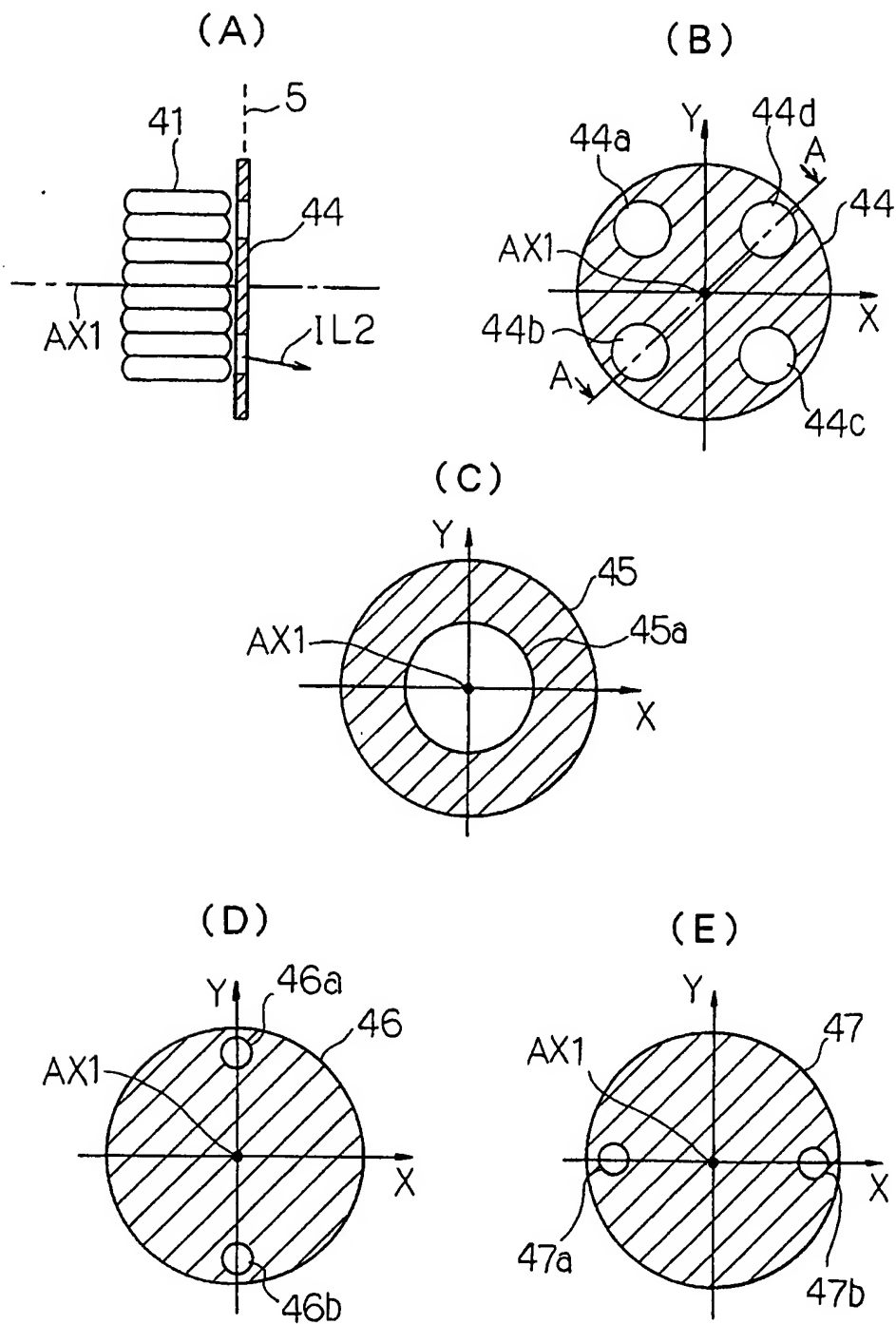
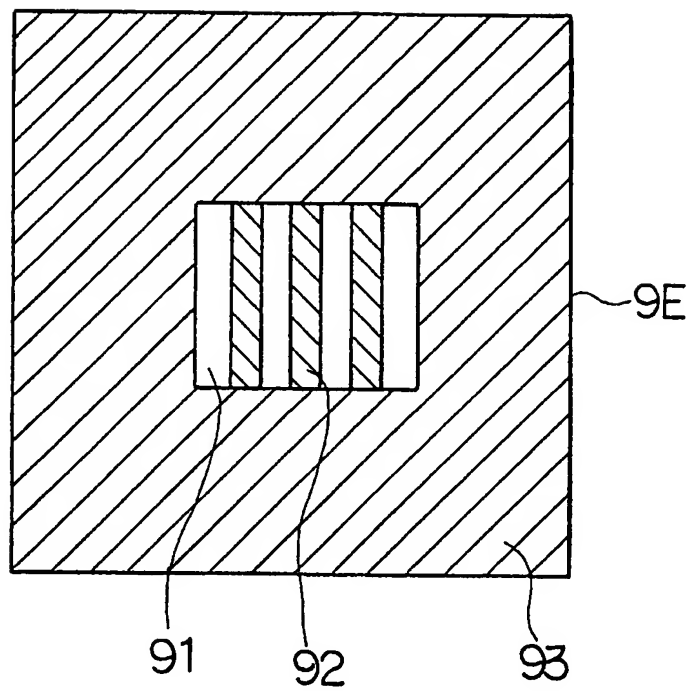
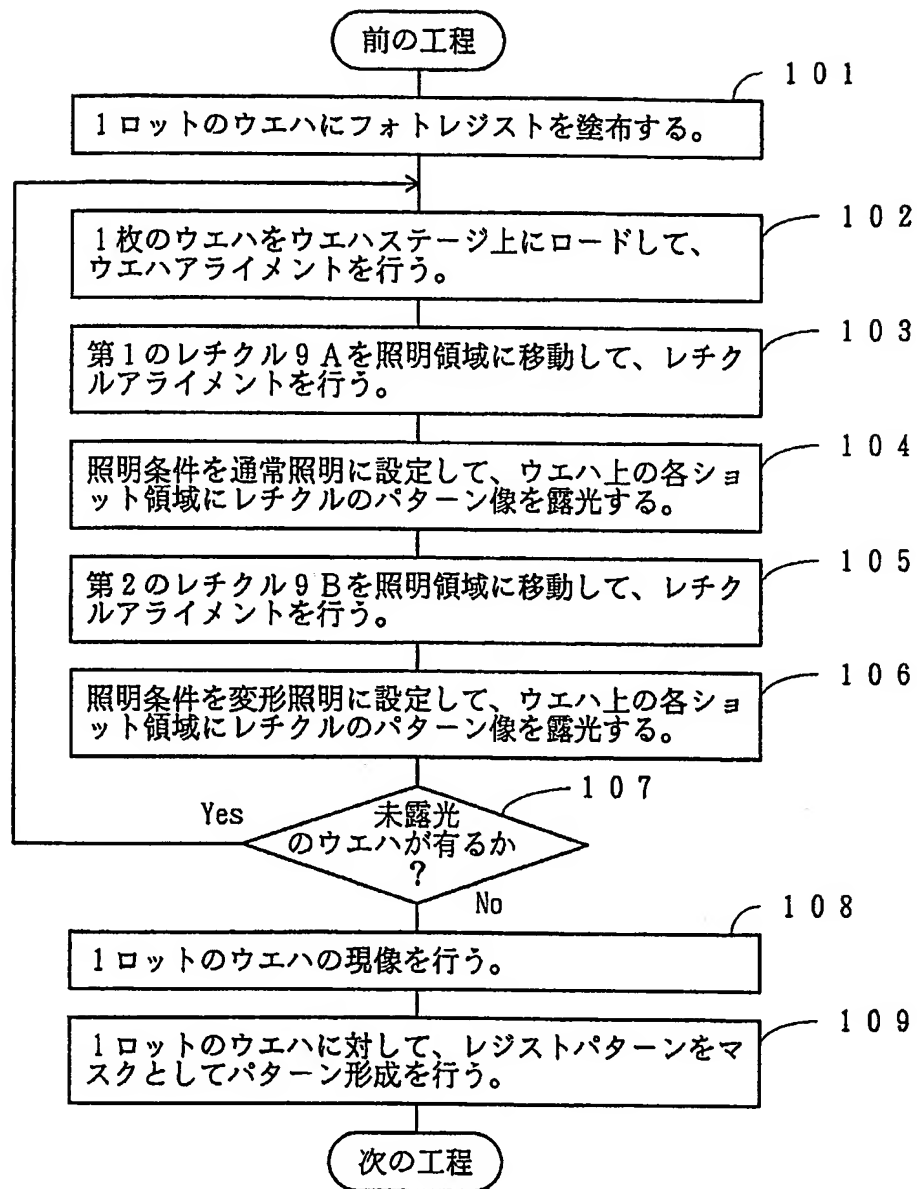


図 6



7/7

図 7



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/02941

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>6</sup> H01L21/027, G03F7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>6</sup> H01L21/027, G03F7/20-7/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, Y	JP, 11-233429, A (Canon Inc.), 27 August, 1999 (27. 08. 99), Claims ; Par. No. [0009] ; Figs. 3 to 5 (Family: none)	1-29
E, X	JP, 11-176726, A (Nikon Corp.), 2 July, 1999 (02. 07. 99), Par. Nos. [0032], [0033] (Family: none)	1-29
Y	JP, 7-226362, A (Ricoh Co., Ltd.), 22 August, 1995 (22. 08. 95), Claims 1 to 3 (Family: none)	1-29
Y	JP, 7-211619, A (Hitachi, Ltd.), 11 August, 1995 (11. 08. 95), Par. No. [0017] ; Fig. 1 (Family: none)	1-29
A	JP, 4-273427, A (Nikon Corp.), 29 September, 1992 (29. 09. 92), Claims (Family: none)	1-29

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not  
 considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is  
 cited to establish the publication date of another citation or other  
 special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other  
 means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than  
 the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority  
 date and not in conflict with the application but cited to understand  
 the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
 considered novel or cannot be considered to involve an inventive step  
 when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
 considered to involve an inventive step when the document is  
 combined with one or more other such documents, such combination  
 being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
 3 September, 1999 (03. 09. 99)

Date of mailing of the international search report  
 14 September, 1999 (14. 09. 99)

Name and mailing address of the ISA/  
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 99/02941

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>6</sup> H01L 21/027, G03F 7/20

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>6</sup> H01L 21/027, G03F 7/20-7/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-1999年  
 日本国登録実用新案公報 1994-1999年  
 日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
E, Y	J P, 11-233429, A (キャノン株式会社), 27. 8月. 1999 (27. 08. 99), 【特許請求の範囲】、【0009】、【図3】-【図5】、 (ファミリーなし)	1-29
E, X	J P, 11-176726, A (株式会社ニコン), 2. 7月. 1999 (02. 07. 99), 【0032】-【0033】、(ファミリーなし)	1-29
Y	J P, 7-226362, A (株式会社リコー), 22. 8月. 1995 (22. 08. 95), 【請求項1】-【請求項3】、(ファミリーなし)	1-29

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03. 09. 99

国際調査報告の発送日

14.09.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山鹿 勇次郎

2M 9223

電話番号 03-3581-1101 内線 3273

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 7-211619, A (株式会社日立製作所), 11. 8月. 1995 (11. 08. 95), 【0017】, 【図1】, (ファミリーなし)	1-29
A	J P, 4-273427, A (株式会社ニコン), 29. 9月. 1992 (29. 09. 92), 【特許請求の範囲】, (ファミリーなし)	1-29